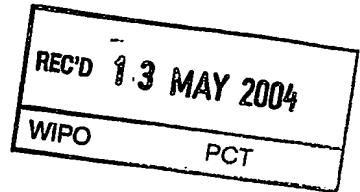


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 18 837.1  
Anmeldetag: 25. April 2003  
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE  
Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer  
Ordnung in einem Netzwerk  
IPC: H 04 L 12/28

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 26. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Klaus-Dieter Klemm

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer Ordnung in einem Netzwerk

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Ordnung in einem Netzwerk. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Ordnung von Teilnehmern in einem Netzwerk. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung des Verfahrens.

Netzwerke sind in vielen Varianten und Ausführungsformen für die verschiedenen Anwendungen bekannt. Sie werden immer dann eingesetzt, wenn es darum geht, dass viele Teilnehmer in komplexen Anordnungen miteinander zusammenwirken sollen.

Beispielsweise ist es heutzutage üblich, mit einem sogenannten Ethernet mehrere Teilnehmer, wie beispielsweise Computer und Peripheriegeräte wie Drucker, miteinander zu verbinden. Dazu sind an einer Vielzahl von Stellen, zum Beispiel innerhalb eines Gebäudes, sogenannte Knoten vorgesehen. Diese Knoten weisen selbst wieder eine Anzahl von Anschlüssen auf. Die Knoten sind untereinander so verbunden, dass sie ein Grundgerüst für ein Netzwerk bereitstellen. Ein oder mehrere Teilnehmer können nun mittels der freien Anschlüsse der Knoten in das Netzwerk eingebunden werden. Daten oder auch Befehle, die von einem Teilnehmer, wie beispielsweise einem Computer erzeugt werden, können dann wahlweise über das Netzwerk zu einem anderen mit dem Netzwerk verbundenen Computer übertragen werden oder andererseits an einem mit dem Netzwerk verbundenen Drucker ausgegeben werden.

Ein anderes bekanntes Beispiel ist die Zusammenfassung von ein oder mehreren Steuerungen, Datenspeichern, Bedienungseinheiten, Antrieben, Aktoren und Sensoren zu einem Netzwerk in-

nerhalb eines Automatisierungssystems. So können beispielsweise, zentral über eine Bedieneinheit Befehle eingegeben werden, die zuerst über das Netzwerk zu einer Steuerung und dann zu den entsprechenden Aktoren oder anderen Einheiten weitergeleitet werden.

Wesentlich bei all diesen Ausführungen und Anwendungen ist, dass innerhalb des Netzwerkes die Informationen vorhanden sind, welche Teilnehmer tatsächlich im Netzwerk sind. So ist 10 beispielsweise aus der US 5,574,860 ein Netzwerk bekannt, dass mittels einer zentralen Einheit ermittelt, welche Teilnehmer gerade im Netzwerk vorhanden sind. Dazu sendet die zentrale Einheit eine Vielzahl von Anfragen über das Netzwerk. Sobald ein Teilnehmer mit dem Netzwerk verbunden ist, 15 sendet dieser eine Rückmeldung auf die Anfrage zur zentralen Einheit. Anhand der Rückmeldungen ermittelt die zentrale Einheit, welche Teilnehmer gerade mit dem Netzwerk verbunden sind.

20 Ferner ist in der WO02/05107 ein Industriennetzwerk beschrieben, bei dem eine zentrale Einheit im Falle eines Ausfalls eines Teilnehmers für eine Rekonfiguration sorgt, sobald eine Servicekraft den defekten Teilnehmer ausgetauscht hat.

25 Die in der US 5,574,860 beschriebene Methode hat aber den Nachteil, dass eine, der Menge der im Netzwerk befindlichen Knoten proportionale Anzahl von Anfragen notwendig ist, um festzustellen, welche Teilnehmer mit dem Netzwerk verbunden sind. Dieses Verfahren ist somit sehr komplex und zeitaufwendig. Gerade wenn eine größere Anzahl von Teilnehmern mit dem 30 Netzwerk verbunden ist, wird viel Zeit für die Erkennung und Ordnung der Teilnehmer benötigt. Die in der WO02/05107 beschriebene Methode hat den Nachteil, dass eine Rekonfiguration immer zentral von einer Einheit gesteuert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die auf einfache Art und Weise eine Ordnung in einem Netzwerk erkennen.

- 5 DIE Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Netzwerk eine Vielzahl von Knoten beinhaltet und jeder der Knoten einen Anzahl von Anschlüssen aufweist, mittels derer die Knoten und die Teilnehmer untereinander verbindbar sind, mit den Schritten:
- 10 a) Erkennen des mit einem der Teilnehmer verbundenen Knotens,  
b) Feststellen der Anzahl der Anschlüsse dieses Knotens und einer vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse,  
c) Ermitteln für diesen Knoten, den Anschluss mit dem der Teilnehmer mit diesem Knoten verbunden ist,
- 15 d) Ermitteln für diesen Knoten, weitere Anschlüsse die mit weiteren Knoten oder Teilnehmern verbunden sind,  
e) Festlegen einer Beziehung zwischen Teilnehmern des Netzwerkes, anhand der für diesen Knoten vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse und der ermittelten Anschlüsse die mit Teilnehmern oder weiteren Knoten verbunden sind.
- 20

Ferner wird die Aufgabe gelöst durch die Vorrichtung nach Anspruch 13, mit

- 25 - Mitteln zum Erkennen des mit einem der Teilnehmer verbundenen Knotens,  
- Mitteln zum Ermitteln des Anschlusses des Knotens, mit dem der Teilnehmer mit dem Knoten verbunden ist,  
- Mitteln zum Ermitteln von weiteren Anschlüssen des Knotens, die mit weiteren Knoten oder Teilnehmern verbunden sind,
- 30 - Mittel zum Festlegen einer Beziehung zwischen Teilnehmern des Netzwerkes, anhand der für den Knoten vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse und der ermittelten Anschlüsse die mit Teilnehmern oder weiteren Knoten verbunden sind.
- 35 Gerade dadurch, dass für jeden Knoten die Hierarchie der Anschlüsse im voraus definiert bzw. bekannt ist, lässt sich für jeden der Knoten eine Hierarchie der belegten Anschlüsse ablei-

- ten, sobald die belegten Anschlüsse ermittelt wurden. Als belegte Anschlüsse werden im folgenden Anschlüsse eines Knotens bezeichnet, die mit anderen Knoten oder Teilnehmern des Netzwerkes verbunden sind. Damit ist es möglich, mit nur wenigen Schritten und damit sehr schnell für jeden Teilnehmer des Netzwerkes eine Beziehung zu anderen Teilnehmern des Netzwerkes festzustellen. Da die Hierarchie der belegten Anschlüsse für jeden Knoten bekannt ist, lässt sich auch auf einfache Art und Weise eine Beziehung zwischen Teilnehmern über mehrere verbundenen Knoten hinweg ermitteln. Entsprechend können Mittel vorgesehen sein, die diese Aufgaben übernehmen und innerhalb kürzester Zeit die Beziehung zwischen Teilnehmern eines Netzwerkes feststellen.
- 15 Werden die einzelnen Verfahrensschritte dezentral, dass heißt von jedem Teilnehmer des Netzwerkes ausgeführt, lässt sich mit geringem Zeitaufwand sehr schnell eine Ordnung der Teilnehmer eines Netzwerkes untereinander erkennen. Gerade wenn es beispielsweise zu einem Ausfall eines Teilnehmers kommt, muss nach dessen Austausch nicht das ganze Netzwerk durch einen zentralen Einheit neu konfiguriert werden, sondern die Rekonfiguration kann dezentral in der Umgebung des ausgetauschten Teilnehmers erfolgen.
- 25 Insbesondere lässt sich aus der festgelegten Ordnung von Teilnehmern für jeden Teilnehmer seine Vorgänger und seine Nachfolger festlegen. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn die Teilnehmer im Netzwerk Gruppen mit unterschiedlichen Funktionen angehören. So kann sehr schnell für einen Teilnehmer der nächste Teilnehmer aus einer Gruppe mit einer speziellen Funktion festgestellt werden.
- 30 Werden die Verfahrensschritte ganz oder teilweise in periodischen Zeitabständen wiederholt, kann jeder Teilnehmer dezentral, dass heißt für sich, Änderungen in seiner Umgebung erfassen und entsprechend reagieren. Sobald eine Änderung festgestellt wird, kann auf diese Änderung dezentral und nicht

- vom ganzen Netzwerk über eine zentrale Einheit reagiert werden. Dies ist dann von Vorteil, wenn Knoten oder auch Teilnehmer wegfallen oder neu hinzukommen oder ausgefallene Teilnehmer ersetzt werden müssen. Dann muss nicht das gesamte
- 5 Netzwerk über die zentrale Einheit auf die Änderung reagieren, sondern mit Hilfe der festgelegten und damit bekannten Ordnung der Teilnehmer, dass heißt mit Hilfe der Vorgänger und Nachfolger lässt sich der Netzwerk dezentral wieder aufbauen.
- 10
- Insbesondere wenn die, entsprechend der vorliegenden Erfindung, festgelegte Beziehung der Teilnehmer zueinander in Teilnehmern oder Knoten in entsprechenden Mitteln gespeichert werden, kann die Rekonstruktion lokal sehr schnell erfolgen,
- 15 wenn ein Teilnehmer der einen anderen ersetzt, bei seinem Nachbarn, das heißt Vorgänger oder Nachfolger, die gespeicherte Beziehung des alten Teilnehmers abfragt. Diese Mittel können jegliche Art von Speicher wie beispielsweise Festplatten, Disketten oder auch Speicherbausteine wie Flashs sein.
- 20
- Ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung der Verfahrensschritte gemäß der vorliegenden Erfindung erlaubt die schnelle Einbindung neuer Teilnehmer in das Netzwerk.
- 25 Anhand der nachfolgenden Figuren und der Beschreibung soll nun das Prinzip der vorliegenden Erfindung näher erläutert werden, wobei:
- 30 Fig.1 eine erste Ausführung in einem Automatisierungssystem zeigt,
- Fig.2 schematisch eine Ordnung der ersten Ausführung zeigt, und
- Fig.3 eine zweite Ausführung für ein Schienenfahrzeug zeigt.
- 35 Fig.1 zeigt eine erste Ausführung der vorliegenden Erfindung, wie sie in einem Automatisierungssystem vorgesehen werden

kann. Eine Vielzahl von Knoten Sn, S2, S3 und S4 sind miteinander verbunden. Jeder der Knoten weist dabei eine Anzahl von Anschlüssen auf. Beispielsweise weist der Knoten S3 die Anschlüsse P1S3, P2S3, P3S3 und P4S3 auf. Der Knoten S3 ist mittels seines Anschlusses P1S3 mit dem Anschluss P3S2 des Knotens S2 verbunden. Dieser wiederum ist mittels des Anschlusses P1S2 mit dem Anschluss P1Sn des Knotens Sn verbunden. Die anderen Anschlüssen die nicht durch Knoten belegt sind können von anderen Teilnehmern, wie beispielsweise Steuerungen, Datenbanken, Bedienungseinheiten, Antrieben, Sensoren oder Aktoren belegt sein. So ist beispielsweise der Knoten S3 über den Anschluss P2S2 mit einer Bedieneinheit B&B1 verbunden und über den Anschluss P2S3 mit einer Datenbank 1. Ferner ist der Knoten Sn über den Anschluss PaSn mit einem Antrieb 1 als Teilnehmer Td und über Anschluss P3Sn mit einem Antrieb 2 als Teilnehmer T2 verbunden. Neben der schon genannten Belegung ist der Knoten S2 weiterhin über P2S2 mit einer Speicher-Programmierbaren-Steuerung SPS1 als Teilnehmer T3 sowie einer Bedieneinheit OPI als Teilnehmer T4 verbunden.

Das Prinzip der vorliegenden Erfindung soll nun beispielhaft anhand des Antriebs 1, der als Teilnehmer Td im Netzwerk bezeichnet ist, näher beschrieben werden. Zuerst muss erkannt werden, mit welchem Knoten der Teilnehmer Td verbunden ist. Dies kann beispielsweise mittels eines Discovery Protokolls erfolgen, das gleichzeitig auch die Bestimmung des Anschlusses PaSn des zugeordneten Knotens erlaubt. Sobald der Knoten Sn als der dem Teilnehmer Td zugeordnete Knoten erkannt ist, ist in einem nächsten Schritt festzustellen, wie viele Anschlüsse der Knoten insgesamt besitzt. Im vorliegenden Beispiel hat der Knoten Sn drei Anschlüsse, nämlich P1Sn, PaSn und P3Sn. Weiterhin ist die in der Regel vordefinierte Hierarchie der Anschlüsse von Knoten Sn festzustellen. Im vorliegenden Fall wird von der folgenden Hierarchie ausgegangen: P1Sn<PaSn<P3Sn. In einem weiteren Schritt ist festzustellen, welche der Anschlüsse P1Sn, PaSn und P3Sn des Knotens Sn noch belegt sind. Dies erfolgt beispielsweise durch die Abfrage,

welche MAC ( Media Access Control) Adressen an welchem der Anschlüsse verfügbar sind. Dazu kann mittels eines Protokolls, wie beispielsweise eines IP (Internet Protokolls) Protokolls eine Abfrage erfolgen, welche IP Adressen welcher erkannten 5 MAC Adresse zugeordnet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird sich somit feststellen lassen, dass an Anschluss PaSn ein Antrieb 1 als Teilnehmer Td und an Anschluss P3Sn direkt ein weiterer Antrieb 2 als Teilnehmer T2 angeschlossen ist. Die soeben in Bezug auf den Knoten Sn beschriebenen 10 Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in Bezug auf die anderen Knoten des Netzwerkes entsprechend durchzuführen. So weist der Knoten S2 die vier Anschlüsse P1S2, P2S2, P3S2 und P4S2 auf, an denen weitere Teilnehmer des Netzwerkes angeschlossen sind. Über Anschluss P2S2 ist die speicherprogrammierbare Steuerung SPS1 als Teilnehmer T3 und über Anschluss P4S2 ist die Bedienungseinheit als Teilnehmer T4 angeschlossen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Anschlüsse 15 des Knotens S2 die Hierarchie P1S2 < P2S2 < P3S2 < P4S2 aufweisen. Da die Knoten S2 und Sn direkt miteinander verbunden sind, sind 20 auch die Teilnehmer T3 und T4 indirekt über den Knoten S2 mit dem Knoten Sn verbunden. Entsprechend lassen sich dann wiederum mit Hilfe von IP Protokollen die IP Adressen von Teilnehmer T3 und T4 feststellen. In einem letzten Schritt ist nun die Beziehung der Teilnehmer untereinander festzulegen. 25 Aus der Beziehung P1Sn < PaSn < P3Sn der Anschlüsse des Knotens Sn lässt sich direkt folgern, dass der Teilnehmer T2 der Nachfolger von Teilnehmer Td ist, da T2 an P3Sn und Td an PaSn angeschlossen ist. In der anderen Richtung lässt sich über die gleiche Beziehung feststellen, dass der Knoten S1 30 der Vorgänger von Teilnehmer Td ist, da S2 an P1Sn und Td an PaSn angeschlossen ist. Da für den Knoten S2 wiederum die Beziehung P1S2 < P2S2 < P3S2 < P4S2 besteht und an P1S2 der Knoten Sn und an P2S2 der Teilnehmer T3 angeschlossen ist, lässt sich somit indirekt der Vorgänger von Teilnehmer Td ermitteln. Da 35 dies für alle Teilnehmer des Netzwerkes entsprechend fortgeführt werden kann, lässt sich somit über die vordefinierte und damit bekannte Hierarchie der Anschlüsse der einzelnen Kno-

ten und dem Wissen welche Anschlüsse belegt sind, eine Ordnung aller Teilnehmer des Netzwerkes aufzeigen. Die sich daraus für die in Fig.1 gezeigte Ausführung ergebende Ordnung ist in Fig.2 schematisch dargestellt. Zu beachten ist, dass die Hirarchie der Anschlüsse eines Knotens nur eine Richtung vorgibt aber keine direkte Aussage erlaubt, wer Vorgänger bzw. Nachfolger ist. Diese Festlegung ist frei wählbar, so lange nur die Beziehung der Anschlüsse aller im Netzwerk befindlichen Knoten die gleiche Ausrichtung aufweisen.

10

Die vorliegende Erfindung lässt sich beispielsweise dann vorteilhaft einsetzen wenn es darum geht, in einem Automatisierungsnetzwerk einen defekten Antrieb auszutauschen. Angenommen Antrieb 1 ist defekt und wird von einem Servicetechniker ausgetauscht, dann muss der neue Antrieb zuerst erkennen, welchem Knoten er zugeordnet ist und welche Teilnehmer seine Nachbarn, wie beispielsweise Vorgänger und Nachfolger sind. Besitzt der Teilnehmer T3 einen Flash Speicher, in dem die gemäß der vorliegenden Erfindung ermittelte Beziehung bzw. 20 Ordnung von Td zu T3 gespeichert wird, kann der Teilnehmer T3 den ausgetauschten Teilnehmer Td mit den entsprechenden gespeicherten Daten versorgen, sobald der Teilnehmer Td den Teilnehmer TS als Nachbarn erkannt hat. Der ausgetauschte Teilnehmer Td kann dann unmittelbar und ohne größeren Zeitverlust die Aufgaben des alten Antriebs übernehmen. Da dies lokal in einer begrenzten Umgebung innerhalb des Netzwerkes erfolgt, ist keine zeitaufwendige Umprojektionierung oder Rekonstruktion des Netzwerkes durch eine zentrale Einheit erforderlich.

25  
30

Die soeben in Bezug auf ein Automatisierungssystem beschriebenen Ausführungsform kann natürlich auch in ähnlicher oder abgewandelter Form in anderen Netzwerken, wie beispielsweise einem Ethernet mit Computern und Peripheriegeräten als Teilnehmer eingesetzt werden. Wesentlich ist immer die lokale und damit die schnelle Erkennung von Ordnungen von Teilnehmern. So kann es vorteilhaft sein, wenn ein Computer weiß, ob sein

unmittelbar direkter Nachbar ein anderer Computer oder auch ein Drucker ist. Andererseits gilt es zu bestimmen in welche Richtung der nächste Teilnehmer einer bestimmten Gruppe sich befindet. So kann es beispielsweise für einen Computer wichtig sein zu wissen in welche Richtung sich der nächste im Netzwerk verfügbare Drucker befindet. Zu beachten ist hier, und auch in der Beschreibung in bezug auf die anderen Ausführungen, dass unter den Begriffen wie „Richtung“ und „Umgebung“ nicht zwingend eine räumliche Zuordnung der Teilnehmer eines Netzwerkes zu verstehen ist. Vielmehr sollen diese Begriffe eine Orientierung innerhalb der Ordnung des Netzwerkes beschreiben. Die Erkennung einer räumlichen Zuordnung ist nicht Teil des wesentlichen Grundgedankens der vorliegenden Erforschung. Sie kann aber bei der Anwendung der vorliegenden Erforschung eine Rolle spielen, wie nun anhand einer zweiten Ausführung gezeigt wird.

Fig.3 zeigt eine zweite Ausführungsform, wie sie beispielsweise in einem Schienverkehrsmittel eingesetzt werden kann.  
Das Netzwerk befindet sich hier in einem Schienenverkehrsmittel mit einer Zugmaschine Z und den Waggons W1, W2 W3 und W4. Die Waggons W1 und W4 sind Speisewaggons und gehören damit einer ersten Gruppe von Teilnehmern an. Die Waggons W2 und W3 sind Personenwaggons und gehören einer anderen Gruppe von Teilnehmern an. In der Zugmaschine Z befindet sich der Knoten S1. In jedem der Waggons befindet sich jeweils ein entsprechender Knoten S2, Sn, S4, und S5. Der Knoten S2 in Waggon W1 weist 6 Anschlüsse P1S2-P6S2 mit der Hierarchie P1S2<...<P6S2 auf. Der Knoten Sn in Waggon W2 weist 7 Anschlüsse P1Sn-P7Sn mit der Hierarchie P1Sn<...<PaSn<...<P7Sn auf. In Waggon W3 befindet sich der Knoten S4 mit den Anschlüssen P1S4-P6S4 und der Hierarchie P1S4<...<P6S4. Der Knoten S5 in Waggon W4 weist auch 6 Anschlüsse P1S5-P6S5 mit der Hierarchie P1S5<...<P6S5 auf. Die einzelnen Knoten sind entsprechend der Waggonanordnung miteinander in einer Reihe verbunden. Jeweils an einem Anschluss eines Knotens ist ein Computer angeschlossen. So ist an Anschluss PaSn der Computer des Waggons W2 angeschlossen.

sen und soll im folgenden als Teilnehmer Td bezeichnet werden. Entsprechend befindet sich ein Teilnehmer T1 in der Zugmaschine Z, ein Teilnehmer T2 in W1, ein Teilnehmer T4 in W3 und ein Teilnehmer T5 in W4. Aufgrund der Anordnung der Anschlüsse und deren Hierarchie können nun mittels der vorliegenden Erfindung beispielsweise die Nachbarn von Teilnehmer Td ermittelt werden. Dazu ist zuerst wieder der Knoten Sn zu ermitteln mit dem der Teilnehmer Td verbunden ist. Entsprechend ist die Anzahl der verfügbaren Anschlüsse des Knotens Sn sowie die Hierarchie der Anschlüsse zu ermitteln. Danach ist der Anschluss PaSn zu ermitteln mit dem der Teilnehmer Td verbunden ist, sowie die weiteren Anschlüsse, die mit weiteren Knoten oder Anschlägen verbunden sind. Dasselbe muss für die anderen Knoten S1, S2, S4 und S5 erfolgen. Letztendlich ist dann noch die Beziehung der Teilnehmer T1, T2, Td, T4 und T5 untereinander festzulegen. In der vorliegenden Ausführung ergibt sich, dass sich in die eine Richtung, das heißt Richtung Zugende, der Teilnehmer T4 und dann Teilnehmer T5 befinden. In die andere Richtung, in Richtung Zugmaschine, befinden sich der T2 und dann der T1 in der Zugmaschine selbst. Über die IP Adressen der einzelnen Teilnehmer die dann auch Teilnehmer T2 und Teilnehmer T5 als Speisewaggons W1 und W4 und damit als zu der einen Gruppe von Teilnehmern gehörend identifizieren, kann der Computer als Teilnehmer Td in Waggon W2 den Passagieren Informationen zur Verfügung stellen, in welche Richtung, also hier in Richtung der Zugmaschine sich der nächste Speisewagen befindet. Auch in dieser Anwendung erlaubt die vorliegende Erfindung eine dynamische und damit schnelle Anpassung, hier des Passagierleitsystems, sobald sich die Anordnung der Waggons zum Beispiel bei einer Neuzusammenstellung ändert.

Anhand der beiden aufgezeigten Ausführungsformen ist das Prinzip der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Erfindung ist aber nicht auf diese beiden Ausführungen begrenzt. Vielmehr ist die Erfindung immer dann anwendbar, wenn es darum geht lokal, innerhalb eines Netzwerkes eine Ordnung von Tei-

nehmern festzulegen und damit schnell auf lokale Veränderungen von Teilnehmern im Netzwerk zu reagieren. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung ist auch unabhängig von der Struktur des Netzwerkes, sei es nun ein  
5 eindimensionales Netzwerk, wie im Falle des Schienenverkehrsmittels, oder auch ein mehrdimensionales Netzwerk, wie beispielsweise im beschriebenen Automatisierungsnetzwerk. So kann es in manchen Fällen wichtig sein, die direkten Nachbar-  
teilnehmer eines Teilnehmers festzustellen. In anderen Anwen-  
10 dungen ist es wichtig, den nächsten Teilnehmer einer bestimmten Gruppe von Teilnehmern festzustellen. Die vorliegende Erfindung erlaubt, dass durch die lokale Verfügbarkeit des Wissens einer Ordnung von Teilnehmern innerhalb eines Netzwer-  
kes, dynamisch auf Änderungen des Netzwerkes reagiert werden  
15 kann.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung einer Ordnung von Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) eines Netzwerkes, wobei das Netzwerk eine  
5 Vielzahl von Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>n</sub>, ...) beinhaltet und jeder der Knoten (S) eine Anzahl von Anschlüssen (P<sub>1S</sub>, P<sub>2S</sub>, PaS, ...) aufweist, mittels derer die Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>n</sub>, ...) und die Teilnehmer (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) untereinander verbindbar sind, mit den Schritten:  
10 a) Erkennen des mit einem der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) verbundenen Knotens (S<sub>n</sub>),  
b) Feststellen der Anzahl der Anschlüsse dieses Knotens (S<sub>n</sub>) und einer vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse,  
c) Ermitteln für diesen Knoten (S<sub>n</sub>), den Anschluss (PaS<sub>n</sub>) mit dem der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) mit diesem Knoten (S<sub>n</sub>) verbunden ist,  
15 d) Ermitteln für diesen Knoten (S<sub>n</sub>), weitere Anschlüsse die mit weiteren Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ...) oder Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ...) verbunden sind,  
e) Festlegen einer Beziehung zwischen Teilnehmern  
20 (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) des Netzwerkes, anhand der für den Knoten (S<sub>n</sub>) vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse und der ermittelten Anschlüsse die mit Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) oder weiteren Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ...) verbunden sind.
  
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte a) - e) von jedem der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) ausgeführt wird.
  
- 30 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit Schritt e) für jeden der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) ein weiterer Teilnehmer als Vorgänger und ein weiterer Teilnehmer als Nachfolger im Netzwerk festgelegt wird.
  
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüchen 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt des Verfahrens in periodischen Abständen wiederholt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte a)-e) des Verfahrens wiederholt werden wenn ein Teilnehmer nicht mehr mit dem Netzwerk verbunden ist.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte a)-e) des Verfahrens wiederholt werden wenn ein neuer Teilnehmer mit den Netzwerk verbunden wird.

10

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte a)-e) des Verfahrens wiederholt werden wenn ein Teilnehmer durch einen neuen Teilnehmer ersetzt wird.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Schritt e) festgelegte Beziehung in den Teilnehmern oder Knoten gespeichert wird.

20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilnehmer der einen anderen Teilnehmer des Netzwerkes ersetzt, die Schritte a -d) ausführt und die gespeicherte Beziehung bei seinem Nachbarn abfragt.

25 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte a) und c) mittels eines Discovery Protokolls durchgeführt werden.

30 11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt d) mittels der MAC Adressen durchgeführt wird.

35 12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt e) ermittelte Beziehung auch die IP Adressen der anderen Teilnehmer beinhaltet.

13. Vorrichtung zur Erkennung einer Ordnung von Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) eines Netzwerkes, mit einer Vielzahl von Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>n</sub>, ...), wobei jeder der Knoten (S) eine Anzahl (M<sub>S</sub>) von Anschlüssen (P<sub>1S</sub>, P<sub>2S</sub>, P<sub>aS</sub>, ..., P<sub>mS</sub>) mit einer vordefinierten Hierarchie aufweist und wobei die Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>n</sub>, ...) und die Teilnehmer (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) mittels der Anschlüsse untereinander verbindbar sind, mit
- Mitteln zum Erkennen des mit einem der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) verbundenen Knotens (S<sub>n</sub>),
  - Mitteln zum Ermitteln des Anschlusses (P<sub>aSn</sub>) des Knotens (S<sub>n</sub>) mit dem der Teilnehmer (T<sub>d</sub>) mit dem Knoten (S<sub>n</sub>) verbunden ist,
  - Mitteln zum Ermitteln von weiteren Anschlüssen (P<sub>aVSn</sub>, P<sub>aNSn</sub>) des Knotens (S<sub>n</sub>) die mit weiteren Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ...) oder Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ...) verbunden sind,
  - Mittel zum Festlegen einer Beziehung zwischen Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) des Netzwerkes, anhand der für den Knoten (S<sub>n</sub>) vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse und der ermittelten Anschlüsse (P<sub>aSn</sub>, P<sub>aVSn</sub>, P<sub>aNSn</sub>) die mit Teilnehmern (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>d</sub>, ...) oder weiteren Knoten (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ...) verbunden sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Mittel zum Speichern der festgelegten Hierarchie.

25

15. Netzwerk mit einer Vielzahl von Knoten und Teilnehmern, und zumindest einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14.

30 16. Netzwerk nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14 in jedem der Teilnehmer vorhanden ist.

35 17. Netzwerk nach Anspruch 14 oder 15, wobei das Netzwerk ein Automatisierungssystem ist und als Teilnehmer Steuerungen, Bedienungseinheiten, Antriebe oder Aktoren beinhaltet.

15

18. Netzwerk nach Anspruch 14 oder 15, wobei das Netzwerk ein Ethernet ist und als Teilnehmer Personal Computer oder Peripheriegeräten beinhaltet.

5 19. Netzwerk nach Anspruch 14 oder 15, wobei das Netzwerk ein Schienentransportmittel ist und als Teilnehmer Zugmaschinen und Waggons beinhaltet.

10 20. Computerprogrammprodukt zur Ausführung der Schritte nach einem der Verfahren der Ansprüche 1-12.

**Zusammenfassung**

**Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer Ordnung in einem Netzwerk**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung einer Ordnung von Teilnehmern ( $T_1, T_2, T_d, \dots$ ) eines Netzwerkes, wobei das Netzwerk eine Vielzahl von Knoten ( $S_1, S_2, S_n, \dots$ ) beinhaltet und jeder der Knoten ( $S$ ) eine Anzahl ( $M_S$ ) von Anschlüssen ( $P_{1S}, P_{2S}, P_{aS}, \dots, P_{MS}$ ) aufweist, mittels derer die Knoten ( $S_1, S_2, S_n, \dots$ ) und die Teilnehmer ( $T_1, T_2, T_d, \dots$ ) untereinander verbindbar sind, mit den Schritten:

- a) Erkennen des mit einem der Teilnehmer ( $T_d$ ) verbundenen Knotens ( $S_n$ ),
- b) Feststellen der Anzahl ( $M_{Sn}$ ) der Anschlüsse dieses Knotens ( $S_n$ ) und einer vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse,
- c) Ermitteln für diesen Knoten ( $S_n$ ) den Anschluss ( $P_{aSn}$ ) mit dem der Teilnehmer ( $T_d$ ) mit diesem Knoten ( $S_n$ ) verbunden ist,
- d) Ermitteln für den Knoten ( $S_n$ ), weitere Anschlüsse ( $P_{avSn}, P_{anSn}$ ), die mit weiteren Knoten ( $S_1, S_2, \dots$ ) oder Teilnehmern ( $T_1, T_2, \dots$ ) verbunden sind,
- e) Festlegen einer Beziehung zwischen Teilnehmern ( $T_1, T_2, T_d, \dots$ ) des Netzwerkes anhand der für den Knoten ( $S_n$ ) vordefinierten Hierarchie der Anschlüsse, und der ermittelten Anschlüsse die mit Teilnehmern ( $T_1, T_2, T_d, \dots$ ) oder weiteren Knoten ( $S_1, S_2, \dots$ ) verbunden sind.

FIG.2

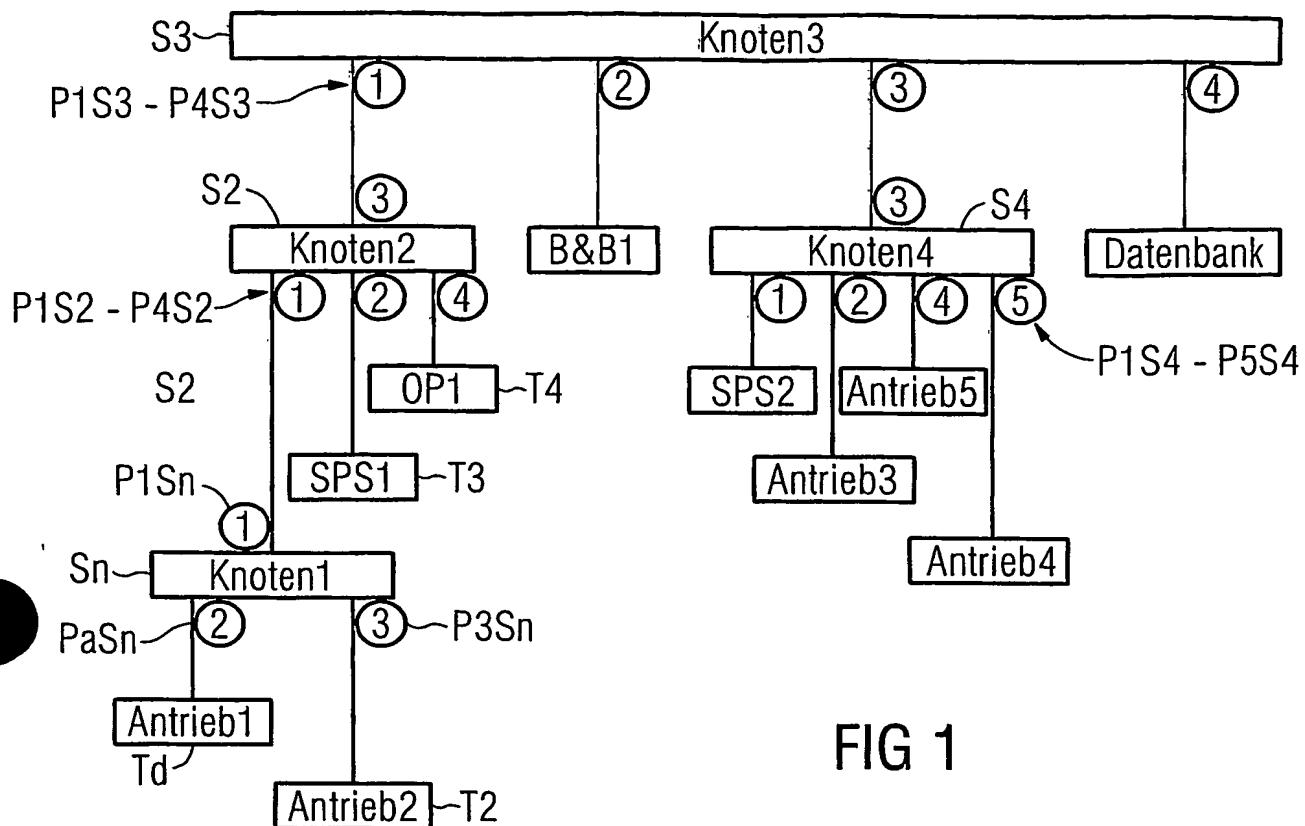


FIG 1

FIG 2

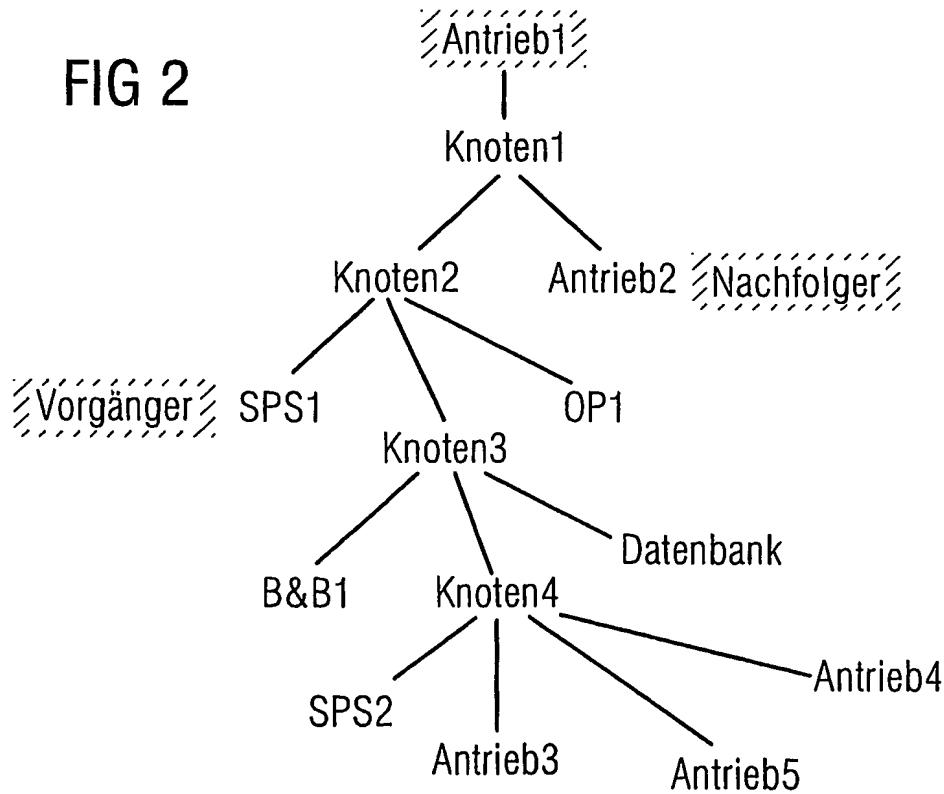


FIG 3

